

Building Information Model na Gestão Eficiente de Infraestruturas Hidráulicas: Um Caso de Estudo

Building Information Model on Efficient Management of Hydraulic Infrastructures: A Case Study

Ana Paula Matos^{a,*}, Miguel Azenha^b, Paulo J. Ramísio^c

^{a, b, c} Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

RESUMO

A gestão de infraestruturas é um processo complexo, devido à falta de financiamento por parte das entidades gestoras, da regulamentação existente, mas também devido à falta de sensibilização da sociedade para o setor.

As metodologias de trabalho BIM (*Building Information Model*) largamente utilizadas noutras áreas da engenharia civil, poderão ser uma mais-valia, atendendo ao facto de serem capazes de acompanhar todo o ciclo de vida, garantindo uma correta e eficiente passagem de informação ao longo de todo o ciclo de vida da infraestrutura. A área da hidráulica urbana poderá usufruir das capacidades já demonstradas por esta metodologia na gestão eficiente de outras infraestruturas, através da sétima dimensão do BIM, que engloba as operações de *Facility Management*, assim como das mais-valias de comunicação entre os diversos modelos computacionais.

Palavras Chave – Abastecimento de água; Gestão Patrimonial de Infraestruturas; BIM; Interoperabilidade

ABSTRACT

The management of infrastructures is a complex process, due to the lack of financial support, outdated regulation, but also due to deficiency of social awareness to this the sector.

The BIM (*Building Information Model*) methodologies, widely used in other civil engineering areas, may be an added value because they are capable to follow the infrastructures life cycle, ensuring a correct and efficient information transmission. Urban hydraulic infrastructures can benefit from these capabilities for an effective management. The seventh BIM dimension, that comprises Facility Management operations, as well the benefits of the communication between the different computation models are relevant in this process.

Keywords –Water supply; Asset Management of Infrastructures; BIM; Interoperability

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: a73111@alunos.uminho.pt (Ana Paula Matos)

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde e a UNICEF consideraram em 2015 que o acesso da população a uma fonte de água, bem como a instalações sanitárias, seriam os grandes objetivos do milénio, tendo em conta as grandes melhorias a nível de saúde pública que o acesso a estes dois serviços fornece à população. Em Portugal, a rede de abastecimento de água e de drenagem de água residual em 2011 já cobria cerca de 95% e 80% da população, respetivamente. Atualmente, estes valores são de 96% em abastecimento de água e 83% em drenagem de água residual, segundo dados do Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos de 2017.

Derivado da intermitência temporal e espacial do acesso à água, assim como dos novos modelos de desenvolvimento, onde cada vez mais as populações se aglomeram em cidades, as entidades gestoras deparam-se com novos desafios na gestão das suas redes.

No que diz respeito às infraestruturas urbanas, as plataformas BIM, até hoje não assumiram um papel preponderante no projeto, manutenção e gestão apesar de o uso da tecnologia poder proporcionar uma maior conveniência para o trabalho de coleta de dados, mas também promover a eficiência do projeto de abastecimento de água e de drenagem (Shao 2017).

2 O setor da hidráulica urbana em Portugal

2.1 A situação atual do setor

Segundo os dados da ERSAR, em 2016, Portugal apresentava uma cobertura no abastecimento de água de 96%, sendo que este valor baixa para os 83% no serviço de drenagem de águas residuais (ERSAR, 2017). Ressalva-se que a maioria da população que não é servida se reflete em situações pontuais, de habitações isoladas, cuja construção, manutenção e gestão das redes seria muito dispendiosa. À luz do que é referido no Decreto-Lei 23/95 a prestação do serviço a estas populações deve ser garantida por outros meios igualmente eficazes, como por exemplo, fontanários. Em termos de qualidade de água, Portugal encontra-se próximo da excelência.

Outro assunto que tem grande importância é o nível de perdas, cuja média nacional se situa muito próximo dos 30% (ERSAR, 2017). Refira-se que o PENSAAR 2020 prevê que até 2020 este valor seja de 20%. Ora, para se alcançar este objetivo ainda muito precisa de ser feito. A maioria das redes existentes apresentam uma idade avançada, o que leva a que o seu estado funcional seja também bastante deficitário, contribuindo para o nível elevado de perdas. Outra situação que é necessário colmatar é o financiamento do setor. Ainda acoplada a esta matéria surge a falta de meios técnicos que permitam de forma rápida e económica ultrapassar os problemas que o setor atravessa.

2.2 Uma visão sobre os desafios futuros

O abastecimento de água das Megacidades será uma tarefa árdua e difícil, uma vez que a sobre exploração dos aquíferos, associados aos elevados níveis de poluição que são característicos das cidades, levará a que a quantidade deste recurso se torne insuficiente para responder às solicitações. A tomada de água, em pontos bastante afastados poderá ser uma solução, numa primeira fase, contudo, levará a avultados gastos em infraestruturas para o seu transporte, podendo a longo prazo dar-se uma exploração excessiva desses aquíferos, regressando a uma situação de carência hídrica. Uma outra solução, que se tornará viável a longo prazo, será a reutilização de água tratada em ETAR.

Esta nova forma de pensar o futuro com o “desperdício zero de água” levará à necessidade de capacitar as ETAR existentes de processos mais eficientes e de controlo apertado, e à definição de novos padrões de água tratada. Esta solução levará, uma vez mais a avultados investimentos no setor. No entanto, se forem tomadas medidas imediatas que permitam averiguar sobre o estado atual das nossas infraestruturas, estes gastos poderão ser minimizados.

A concentração da população em cidades, na sua maioria situadas no litoral, vem agravar a pressão sobre as origens de água para consumo e a gestão das infraestruturas associadas. Atendendo a este facto, se houver informação exaustiva das infraestruturas existentes sabendo, por exemplo, o seu estado de conservação; as populações que servem, bem como as tendências para variação dos consumos, será possível realizar uma gestão eficiente que permita, em algumas situações, criar sistemas de abastecimento alternativos, inutilizando a rede existente, aproveitando os recursos daí ganhos para investimentos nestas cidades de “desperdício zero”.

3 O BIM (*Building Information Model*)

O BIM é uma metodologia de trabalho colaborativa, e troca de informação, que acompanha todo o ciclo de vida da obra. Atualmente é largamente utilizado a nível mundial na construção de edifícios, sendo mais que uma representação tridimensional, englobando no processo todas as entidades associadas à obra. Destaca-se das formas tradicionais de elaborar projeto (metodologias CAD) por possuir objetos inteligentes e parametrizáveis, pela capacidade de em fase de projeto detetar constrangimentos, assim como obter com elevada rapidez peças desenhadas e estimativas de custos.

Nas infraestruturas hidráulicas, à exceção da elaboração de redes domiciliárias de água, esta metodologia de trabalho é muito pouco explorada, não havendo grandes conhecimentos sobre as suas mais-valias. Em Portugal, a câmara municipal de Lisboa avançou recentemente com um projeto inovador no setor, onde pretende utilizar esta ferramenta para elaboração do projeto de drenagem de águas pluviais da cidade.

A grande questão que se coloca sobre a utilização desta metodologia no setor é o porquê de a utilizar, atendendo a que a base de cálculo das ferramentas tradicionais e das utilizadas na metodologia BIM é a mesma. Porém, se atendermos a que a maior fatia do orçamento das nossas infraestruturas se encontra na operação, o BIM pode ser um forte aliado, uma vez que permite reunir numa única plataforma toda a informação relativa à infraestrutura de forma atualizada sendo uma mais-valia para os gestores de instalações. O *Facility Management* ou gestão de instalações é visto como a sétima dimensão do BIM (7D) necessitando para tal de um projeto que tenha um LOD 300, para um planeamento integrado das intervenções a serem realizadas.

4 A caminho de cidades inteligentes

A crescente busca por melhores condições de vida, levou a que a Engenharia Civil sofresse grandes avanços ao longo da história. No setor da hidráulica, desde de muito cedo a água foi considerada como essencial para o estabelecimento das cidades. Com o aparecimento da eletricidade, das bombas hidráulicas, de aparelhos de leitura instantânea, etc., o transporte de água às populações tornou-se numa tarefa muito mais facilitada. Ainda nesta altura a conceção dos projetos era feita de forma manual, com representação/desenho feito à mão em folhas de papel, assim como o cálculo, sendo utilizados métodos empíricos para o dimensionamento das redes de abastecimento de água.

Na década de oitenta do século passado, com surgimento dos computadores, os projetos de engenharia vêm a sua conceção muito mais facilitada, sendo substituído o cálculo manual por cálculo automático, tornando-se o dimensionamento das redes um trabalho menos moroso e mais fácil, passando a representação a ser feita com a ajuda das ferramentas informáticas, a denominada representação em CAD 2D.

Ainda antes da viragem de milénio, com a rápida evolução dos computadores, e devido ao acesso cada vez mais facilitado a esta ferramenta de trabalho, surge o CAD 3D, que permite, fazer a representação das redes em 3 dimensões, sendo também possível dentro dos programas utilizados para o efeito criar cenários e gerar modelos. No entanto continuava-se apenas a efetuar o cálculo para os consumos máximos e mínimos, não havendo informação confiável do que acontecia entre estas duas barreiras.

Pouco depois, surgem as ferramentas SCADA, que permitem uma monitorização instantânea das redes. Aliando o SCADA aos programas para dimensionamento das redes de abastecimento, foi possível a criação de modelos digitais, que permitem monitorizar as redes 24h por dia, sendo possível definir com o menor erro possível sobre os padrões de consumo. É a partir daqui que a Gestão Patrimonial de Infraestruturas começa a tomar um papel significativo na gestão das redes existentes, sendo que Portugal foi um dos países pioneiros neste tema.

Contudo, a pesar da evolução sofrida, a representação, cálculo e a gestão das redes são realizados de forma separada. O BIM apresenta-se como a resposta que pretende englobar numa mesma plataforma todas as etapas de conceção das redes, garantindo uma troca eficiente de informação entre softwares. Esta metodologia de trabalho permitirá obter uma maior eficiência das redes, uma vez permite a tomada de decisão com base em conhecimento real da rede, assim como garantir uma melhor e maior eficiência de todas as especialidades existentes numa cidade, uma vez que permite a interação entre diversas especialidades.

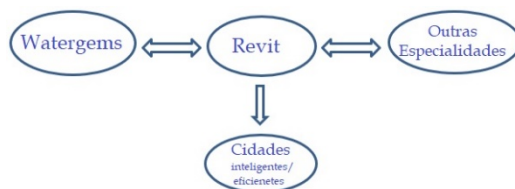


Figura 1 - interoperabilidade entre programas/ especialidades

5 Caso de estudo

5.1 Metodologia

Com vista a avaliar os constrangimentos associados à utilização de BIM ao longo do ciclo de vida de infraestruturas hidráulicas, foi desenvolvido um Caso de Estudo.

A rede que se pretende analisar é uma rede do tipo ramificada, com origem num reservatório, de armazenamento e regulação. É de salientar desde já que apesar de ter por base um caso real, a rede de abastecimento de água do Campos de Azurém da Universidade do Minho, a rede simulada não corresponde com exatidão ao que está construído, pretendendo-se apenas ter uma base que suporte o caso de estudo com elevada proximidade à realidade.

Como passo inicial procedeu-se ao tratamento dos dados fornecidos (um cadastro da rede onde era possível obter as coordenadas dos pontos notáveis). Foram identificados os consumos para cada edifício, tendo-se calculado os caudais acumulados em cada ponto com base nos caudais instantâneos de cada equipamento existente nos edifícios como especificado no Decreto-Lei 23/95, e os correspondentes coeficientes de simultaneidade (c_s).

$$c_s = \begin{cases} 1, & \text{para } n \leq 2 \\ \frac{1}{\sqrt{(n-1)}}, & \text{para } n > 2 \end{cases}$$

Procedeu-se de seguida à importação dos dados para o *Watergems* da *Bentley*, (o software de modelação hidráulica escolhido para o presente trabalho), através da ferramenta de importação *ModelBuilding* que permite a importação/criação da rede já existente noutro formato, como por exemplo CAD e Excel, ou a atualização da rede com base em novos dados. No mesmo software foram ainda criados padrões de consumo para os diferentes edifícios com base nas horas do dia, nos dias da semana e nos meses do ano, por forma a conseguir-se uma simulação o mais próxima possível da realidade. Procedeu-se à criação de um novo cenário, onde se pretendeu estudar as diferenças comportamentais da rede no caso de esta ser dimensionada para o combate a incêndio.

Com o decorrer do trabalho, verificou-se que o *Watergems* apesar de ser uma ferramenta de uso hidráulico de extrema utilidade, ainda não se encontra com capacidades de interoperabilidade com as diversas ferramentas de uso BIM. Atendendo ainda que atualmente o *Revit* é o software de usos BIM com mais utilização no mercado, optou-se por fazer a exportação da rede para o *Revit* através da utilização da ferramenta *Dynamo*, para assim ser possível realizar-se a gestão entre diversas especialidades.

No *Dynamo*, um *software* de programação visual que utiliza linguagem de programação *Python*, através das caixas de programação identificou-se o ficheiro que se pretendia ler. Como não é possível extrair de forma automática do *Watergems* a informação referente a cada tubagem com as respetivas coordenadas, ou seja, o software permite obter a informação referente às tubagens (diâmetro, comprimento, nó de início e o nó de fim) e noutra folha a informação referente a cada nó (cotas em x, y, z), através de linguagem de programação, nas *Python Script*, procedeu-se numa primeira fase à correspondência de valores e, numa segunda fase à criação de uma nova lista, onde cada tubagem continha as suas coordenadas de início e fim. Desta forma obteve-se uma lista com várias sublistas, em que cada um correspondia a uma tubagem contendo as suas coordenadas (figura 2[a]).

Como fase final deste trabalho, recorreu-se ao software *InfraWorks* da *Autodesk* para se obter uma representação 3D da área em estudo. Este software apresenta-se como uma mais-valia para o planeamento urbano, uma vez que permite de forma rápida e fácil, obter a informação de carácter topográfico da área em estudo, assim como a informação relativa a vias de comunicação, edifício, etc., tendo como desvantagem a desatualização das imagens obtidas através do *Bing-Maps*.

Como não foi possível efetuar a importação do ficheiro criado no *InfraWorks* de forma direta, recorreu-se ao *Navisworks*, software da *Autodesk* vocacionado para a coordenação de modelos BIM.

Por fim, foi importado o modelo para o *Revit*, obtendo-se como resultado final a figura 2[b].

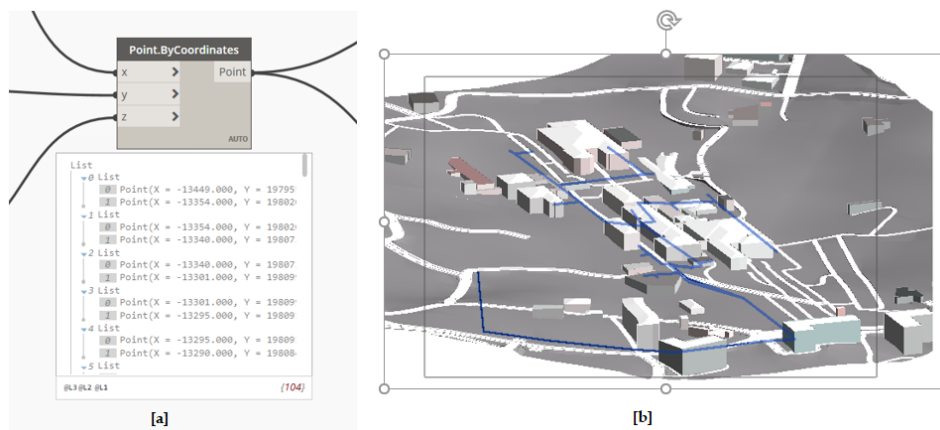


Figura 2-[a]: Lista obtida no *Dynamo* para criação da rede; [b]: Rede com a envolvente no *Revit*

5.2 Análise dos resultados obtidos

5.2.1 Variação da pressão na rede

No caso de estudo criado, pretendeu-se identificar de que forma varia a pressão na rede entre o cenário base (para o qual a rede foi dimensionado) e para o cenário onde se prevê a utilização em caso de incêndio, havendo por isso a alteração de diâmetros para o mínimo regulamentar.

Analisando os gráficos apresentados, verificamos que a rede cumpre o primeiro requisito (pressão na conduta mais desfavorável é superior a 100 kPa). Por sua vez, a pressão máxima apresenta-se com valores inferiores a 410 kPa. verifica-se ainda que as variações de pressões nos nós se encontram a baixo dos 300 kPa.

O estudo dos gráficos apresentados (figura 3) permite aferir a variação das pressões com os consumos. Quando se iniciam os consumos de forma mais efetiva (entre as 8 horas e as 22 horas) verifica-se um decréscimo significativo nas pressões das condutas utilizadas para fazer chegar a água aos pontos de consumo.

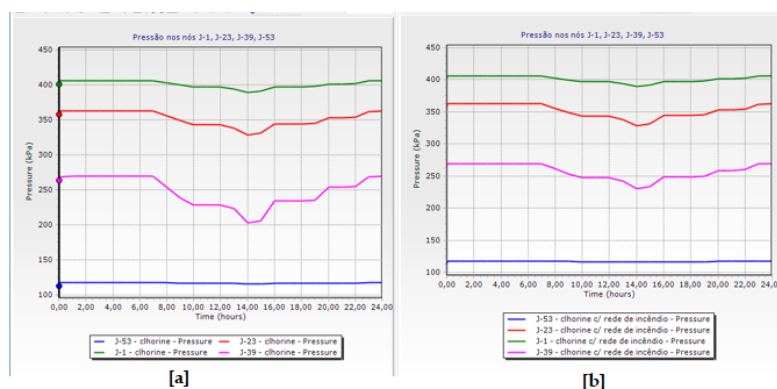


Figura 3- [a]: Variação de pressões no cenário base; [b]: Variação de pressões no cenário com rede de incêndio

Na rede em causa as pressões mínimas na rede são atingidas por volta das 14 horas, associando-se ao facto de ser a esta hora que se verificam as maiores solicitações, atendendo aos padrões de consumo criados.

5.2.2 Decaimento de cloro

O cloro é o agente desinfetante mais utilizado para a desinfecção da água para abastecimento humano, derivado do seu baixo custo e do seu alto poder desinfetante, quando comparado com outros agentes desinfetantes.

No presente documento, procurou-se ainda perceber de que forma a variação dos consumos e dos diâmetros afeta o decaimento deste composto. Para tal no *Watergems* procedeu-se à inserção dos dados relativos a este composto presentes na figura 4 [d].

Atendendo aos cenários criados procedeu-se a obtenção dos gráficos apresentados na figura 4, onde se pretende analisar o decaimento do cloro com a variação de consumo (gráficos [a] e [b]) e com a variação do diâmetro da conduta (gráfico [c]).

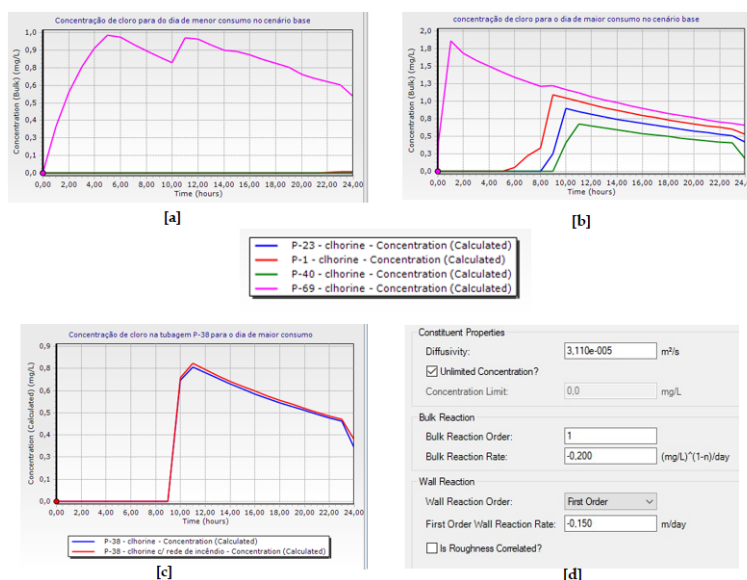


Figura 4:[a] concentração de cloro no dia de menor consumo; [b] concentração de cloro no dia de maior consumo; [c] concentração de cloro na tubagem P-38; [d] Difusividade, taxas de reação e ordem das reações para o cloro

Pela análise dos gráficos apresentados, pode-se concluir que nas horas iniciais, quanto maior o consumo, maior é a concentração de cloro nas tubagens. Este facto pode se explicado pelo menor tempo que a água fica retida na rede o que leva a menos tempo para o cloro reagir com outras substâncias e por isso ver a sua concentração a diminuir. No gráfico [a], o que corresponde ao dia de menor consumo, onde existem consumos pontuais de alguns equipamentos, apenas se verifica concentração de cloro na tubagem P-69, a que se encontra à saída do reservatório, sendo o decaimento de cloro ao longo do dia muito menos acentuado que aquele que se verifica no gráfico [b]. Contudo ao longo do dia as concentrações de cloro no gráfico [b] são superiores às do gráfico [a]. Conclui-se assim que a concentração de cloro está dependente dos consumos.

Relativamente à influência dos diâmetros na concentração do cloro, conclui-se pela análise do gráfico [c] onde se analisa a concentração de cloro na tubagem P-38 (no cenário base onde o diâmetro é de 63 mm e no cenário com rede de incêndio o diâmetro é de 90 mm), que esta variação pouco influencia a concentração de cloro.

Assim verifica-se que o principal fator que tem efeito no decaimento de cloro são os consumos, que fazem variar o tempo de retenção hidráulico, originando maior ou menor tempo para esta substância reagir com os elementos/ substâncias da rede.

6 Conclusão

Portugal tem vindo, ao longo das últimas décadas, a colmatar os défices estruturais que tinha no setor da Hidráulica Urbana, com inúmeras iniciativas que tornaram o país numa imagem de referência.

Os níveis de serviço encontram-se muitos próximos da excelência sendo necessário realizar uma correta e eficiente Gestão Patrimonial das Infraestruturas construídas.

As metodologias BIM, garantem uma gestão eficiente de todas as especialidades existentes numa cidade, garantindo maiores eficiências, com menores desperdícios.

No caso das infraestruturas hidráulicas, esta metodologia de trabalho permite a troca de informação entre os softwares de cálculo, de representação e gestão destas infraestruturas. Desta forma as metodologias BIM apresentam grandes vantagens para o setor, uma vez que a sua utilização garante a troca de informação entre softwares de forma eficiente, tal como se demonstra no caso de estudo, além de acompanhar todos o ciclo de vida das infraestruturas, permitindo que a tomada de decisão seja feita de forma eficiente.

REFERÊNCIAS

- Bian, Lingtao (2016). "Development Trend of Water Supply and Drainage Engineering Based on Life Cycle Assessment and Building Information Model." Pp. 287–91 in *2016 4th International Conference on Advances in Social Science, Humanities, and Management (ASSHM 2016)*.
- ERSAR (2017). Relatório Anual Dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal.
- Ristimäki, Miro (2014). "Improving Life Cycle Management by Employing BIM in Real Estate Management – Case Study." P. 13 in *ResearchGate*.
- Shao, Chengsheng (2017). "Study on Application of BIM Technology in Water Supply and Drainage Design of Construction Engineering." Pp. 113–17 in. China.